

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

523,169

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004 年 4 月 1 日 (01.04.2004)

PCT

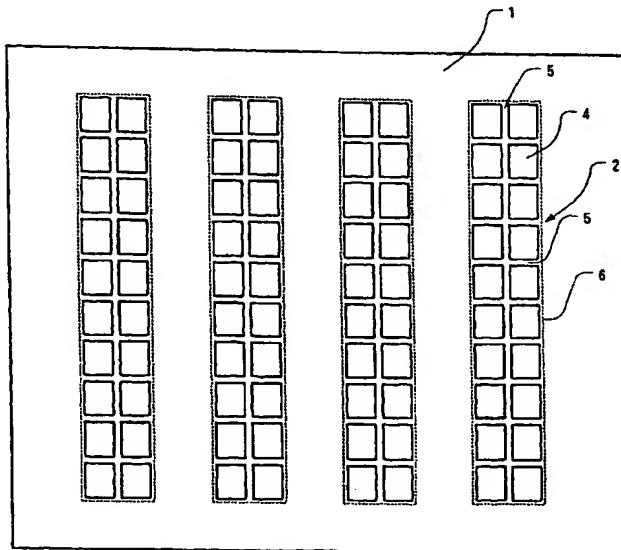
(10) 国際公開番号  
WO 2004/027510 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: G02F 1/37 FOR MATERIALS SCIENCE) [JP/JP]; 〒305-0044 茨城県 つくば市 千現一丁目 2 番 1 号 Ibaraki (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/011880 (72) 発明者; および
- (22) 国際出願日: 2003 年 9 月 18 日 (18.09.2003) (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 栗村 直 (KURIMURA, Sunao) [JP/JP]; 〒305-0044 茨城県 つくば市 千現一丁目 2 番 1 号 独立行政法人 物質・材料研究機構内 Ibaraki (JP). 原田 昌樹 (HARADA, Masaki) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都 千代田区 丸の内三丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願2002-275999 2002 年 9 月 20 日 (20.09.2002) JP (74) 代理人: 細江 利昭 (HOSOE, Toshiaki); 〒221-0822 神奈川県 横浜市 神奈川区西神奈川一丁目 3 番 6 号 コーポフジ 605 Kanagawa (JP).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 独立行政法人 物質・材料研究機構 (NATIONAL INSTITUTE (81) 指定国 (国内): US.

[続葉有]

(54) Title: METHOD OF PRODUCING QUASI PHASE-MATCHING CRYSTAL AND QUASI PHASE-MATCHING CRYSTAL

(54) 発明の名称: 擬似位相整合水晶の製造方法及び擬似位相整合水晶



(57) Abstract: A rectangular convex portion (2) is formed, as an aggregate of finer rectangular convex portions (4), on one surface of a crystal substrate (1). Concave portions (5) lower than the surfaces of the convex portions (4) are formed between the convex portions (4). The concave portions (5) have narrow widths, and, in a macroscopic view, a large number of the convex portions (4) gather to form one convex portion (2). Such a crystal substrate (1) is vertically sandwiched by a heater block and heated. When the temperature of the substrate is a desired temperature, the substrate is pressed by a press. Then stress is applied only to portions corresponding to the convex portions (4), and crystal axis components are reversed only in these portions. The reversal portions grow and are propagated into the inside of the crystals, and portions correspond to the convex portions (4) are connected to form a crystal axis reversal region (6). This way, a crystal axis reversal region with an aimed shape can be easily formed.

(57) 要約: 水晶基板 1 の片側の表面には、長方形の凸部 2 が形成されているが、この凸部 2 は、さらに細かな長方形の凸部 4 の集合体として

形成されている。凸部 4 相互の間には、凸部 4 の表面より低

[続葉有]

WO 2004/027510 A1



(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

い凹部5が形成されているが、この凹部5の幅は狭く、巨視的に見た場合には、凸部4が多数集まって一つの凸部2を形成している。このような水晶基板1を、上下方向からヒーターブロックで挟み込み、水晶基板の温度を昇温して所望の温度に到達した時点で、プレスにより押圧する。すると、凸部4に相当する部分のみに応力が作用し、この部分でのみ結晶軸成分が反転する。この結晶軸反転部分が結晶内部まで成長して結晶内部まで伝播し、凸部4に対応する部分がつながって、結晶軸反転領域6が形成される。これにより、容易に、目的とする形状の結晶軸反転領域を形成することができる。

## 明 細 書

## 擬似位相整合水晶の製造方法及び擬似位相整合水晶

## 技術分野

本発明は、擬似位相整合水晶の製造方法及び擬似位相整合水晶に関するものである。

5

## 背景技術

常誘電体である水晶 ( $\text{SiO}_2$ ) に、その  $\alpha - \beta$  相転移温度付近で応力を印加することにより、周期的な双晶構造を作り込み周期的な分極反転構造を実現させた擬似位相整合波長変換光学素子が提案されている

10 ( S.Kurimura, R.Batchko, J.Mansell, R.Route, M.Fejer, and R.Byer : 1998 年春応用物理学会予稿 28a-SG-18)。これは、水晶のドファイネ双晶を利用し、非線形光学定数  $d_{11}$  の符号を周期的に反転させることにより水晶による擬似位相整合結晶を作製する方法である。

水晶の場合、吸収端が波長 150nm 程度であり、波長 200nm 以下での

15 紫外光吸収は、従来の複屈折位相整合を用いた非線形光学素子 ( $\beta - \text{BaB}_2\text{O}_4$  や  $\text{CsLiB}_6\text{O}_{10}$  等) や強誘電体の擬似位相整合を用いた非線形光学素子 ( $\text{LiNbO}_3$  や  $\text{LiTaO}_3$  等) による場合に比べてほとんどない。このため、第二光高調波発生により ArF エキシマレーザと同等の波長約 193nm の光を高効率に発生させることができ、これを用いた半導

20 体露光装置も提案されている (特開 2002-122289 号公報)。このときの結晶軸反転周期は、約  $0.95\mu\text{m}$  である。

従来の擬似位相整合結晶としては、ニオブ酸リチウムやタンタル酸リチウムが周知であり、波長多重光通信における光直接変換などを目的と

した研究が盛んである。しかし、ニオブ酸リチウムやタンタル酸リチウムにおいては、フォトリフラクティブ効果による光損傷が大きな問題となり、高出力での利用に制限があった。これに対し、水晶においては、フォトリフラクティブ効果による光損傷は無く、十分に安定な状態で使用できる。光通信に良く利用されている波長約  $1.55\mu\text{m}$  における結晶軸反転周期は、約  $70\mu\text{m}$  である。

さらに、水晶自体は、生産技術が確立されている物質であり、入手も容易でコストも低く押さえることができる。そして、その機械的特性、化学的性質も光学結晶のなかで最も優れている部類に属する。また、従来の複屈折位相整合を用いた非線形光学結晶（例えば前記  $\beta\text{-BaB}_2\text{O}_4$  や  $\text{CsLiB}_6\text{O}_{10}$  等）などに顕著に見られる潮解性もなく、取り扱いの点で非常に有利である。さらに、 $d_{11}$  係数は、およそ  $0.3\text{pm/V}$  であり、一般的な非線形光学結晶にくらべて少し小さい程度であり、十分な変換効率が期待できる。

水晶に人工的な双晶構造を作製する方法としては種々の方法が知られているが、現在有力なものとしてホットプレス法が提案されている。（S.Kurimura, I.Shoji, T.Taira, M.Fejer, Y.Uesu, and H.Nakajima : 2000 年秋応用物理学会予稿 3a-Q-1）。この方法は、水晶基板の片面の表面上に周期的な段差構造を作製し、その水晶基板を上下方向からヒーターブロックで挟み込み、水晶基板の温度を昇温して所望の温度に到達した時点で、圧力を印加するものである。このとき、段差構造のうち凸部にあたる部分にのみ応力が作用するので、この部分でのみ結晶軸成分が反転する。この結晶軸反転部分が結晶内部まで成長して結晶内部まで伝播し、深さ方向に大きく入った周期的な双晶の格子を作製することができる。すなわち、凸部のみに応力が集中してそこから双晶が発生し、次第に内部へと成長し、アスペクト比の大きい双晶構造が

作製される。

このような、片面の表面上に段差構造が形成された水晶基板の例を、図 4 を用いて説明する。水晶基板 1 の片側の表面には段差構造が形成され、その結果、直方体の形状を有する凸部 2 が、所定の間隔で形成されている。この凸部 2 は、図の左右方向に所定の幅を有し、その幅と同じ間隔で複数の凸部 2 が、図の左右方向に形成されている。凸部 2 は図の奥行き方向に長い直方体形状を有している。この長手方向に平行な方向を a 軸方向とする。当然、a 軸は水晶基板 1 の法線に対して垂直となっている。

10 水晶の結晶の c 軸方向は、a 軸に対して垂直であるが、栗村直、応用物理学誌 2000 年 5 月号にあるように、水晶基板 1 の法線方向に対してわずかながら傾けてある。すなわち、水晶基板 1 はその法線と c 軸がわずかな角度を持つようにカットされている。その角度が大きくなる程双晶の生成がし易くなるが、実際は 10 ~ 20 度程度に押さえてある。

15 光は、図示したように、水晶基板 1 の端面より入射し、偏光方向は a 軸方向と同じ方向である。水晶基板 1 の内部で波長変換された光は、入射面とは反対の端面から出射する。

以下、図 4 に示すような凸部 2 の作製方法の例を説明する。最初に水晶基板 1 上に Cr 膜をスパッター法により厚さが 100nm 程度となるように成膜する。この膜上にポジ型のレジストを塗布し、i 線ステッパーなどの半導体露光装置を用いて、凸部 2 となる部分以外の部分を露光し現像する。次に、残ったレジストをマスクとして Cr 膜を除去する。そして、残ったレジスト膜と Cr 膜をマスクとして、弗化水素酸にてウェットエッチングを行い数  $\mu\text{m}$  程度の深さの段差構造を作製する。これにより、図 4 に示すような凸部 2 を有する段差構造が表面に形成された水晶基板 1 が完成する。なお、Cr 膜は、押圧の前にはがしてもはがさなくと

もどちらでもよい。

c軸と水晶基板法線との角度が小さくなるほど波長変換デバイスとしては都合が良いが、双晶形成に要する応力が大きくなる。従って、c軸と水晶基板法線との角度は、ほぼ数度から20度程度となるように水晶はカットされている。

また、公知の技術ではないが、上述のウェットエッチングの代わりにドライエッチングを用いることも考えられる。この場合は、例えば、最初に水晶基板1上にCr膜をスパッター法により厚さが100nm程度となるように成膜する。この膜上にポジ型のレジストを塗布し、i線ステッパーなどの半導体露光装置を用いて、凸部2となる部分以外の部分を露光し現像する。そして、残ったレジストをマスクとしてCr膜を除去する。その後、残ったレジスト膜とCr膜をマスクとして、RIEあるいはICPなどのドライエッチングを行い、数 $\mu\text{m}$ 程度の深さの段差構造を作製する。最後に、レジスト膜とCr膜を除去することにより、図4に示すような凸部2を有する段差構造が表面に形成された水晶基板1が完成する。

双晶構造を有する水晶基板を得るためには、カートリッジヒーターを備えたプレス装置を用いて、水晶基板1を上下より挟み込んで相転移温度付近まで昇温し、所望の温度に達した時に押圧する。すると、凸部2の部分にのみ応力が作用し、この部分でのみ結晶軸成分が反転する。そして、結晶軸反転部分が結晶内部まで成長して結晶内部まで伝播し、深さ方向に大きく入った周期的な双晶の格子を作製することができる。押圧時間や圧力の時間的な変化を制御することにより深さ方向の高アスペクト比を作成することができる。

以上の説明では、水晶基板1の表面に段差構造を形成したが、水晶表面を平面研磨し、プレス側の押圧する面に段差加工を形成することも考

えられる（公知の技術ではない）。プレス側の押圧面にセラミックス Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> などを使用すると、前記リソグラフィー技術とドライエッチング加工を用いて周期的な段差構造を作製することができる。

前記押圧した後の水晶基板をフッ酸で数分間に浸し、エッチングレートの違いを利用することにより、結晶軸が反転した境界を観察することができる。図 5 は水晶基板 1 を基板法線方向から見たものである。水晶基板 1 表面に設けられた長方形の凸部 2 の周りがドライエッチング等により切り取られている。従ってプレスの平面で押圧した場合、凸部 2 に対応する長方形部分が結晶軸反転することになるはずであるが、実際には水晶の c 軸周りの 3 回対称性を反映して、結晶軸反転領域 3 は、ハッチングで図示したように六角形のパターンで生成することが多い。

そのため、段差周期が短い場合、例えば数  $\mu\text{m}$  程度では、結晶軸反転領域 3 が段差の凸部 2 全体に広がらずに、図示したように途中で六角形状のままで止まってしまい、段差パターン（凸部 2）の端まで結晶軸反転が起きないことになる。このような場合には、一般的に半径数十  $\mu\text{m}$  以上の広がりを持つレーザー光を入射する場合、そのごく一部しか波長変換されないことになる。

一方、水晶の結晶軸反転領域は、応力が集中する段差パターン（凸部 2）の端の方から生成し易い。よって、段差パターンが長い周期、例えば数十  $\mu\text{m}$  の場合、結晶軸反転領域が段差パターンの端の方だけに生成し、中心部には生成せず、所望の双晶周期構造が得られないという問題点があった。

さらに、長方形パターンの凸部 2 の四隅に極端に大きい応力が集中することに起因して、凸部 2 から外れた部分に結晶軸反転領域が生成される現象が起こることがある。このようなことが発生すると、特に段差パターンが短い周期構造の場合、隣り合うパターン同士でこの領域がくっ

ついてしまい、周期構造が壊れてしまうことがあった。

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、目的とする形状の結晶軸反転領域を形成することが容易な擬似位相整合水晶の製造方法、及びこの方法の一例によって形成された擬似位相整合水晶を提供することを目的とする。

#### 発明の開示

前記目的を達成するための第1の発明は、周期的又は任意のパターンからなる凸部を有するように表面段差加工を施した水晶に、所定の温度で平面基板を押し付けて圧力を印加することにより、前記凸部に対応する部分の結晶軸を反転せしめる工程を有する擬似位相整合水晶の製造方法であって、前記周期的又は任意のパターンからなる凸部が、さらに細かなパターンの凸部の集合からなることを特徴とする擬似位相整合水晶の製造方法である。

本発明は、結晶軸を反転せしめるために形成される周期的又は任意のパターンからなる凸部を、さらに細かなパターンの凸部の集合により形成している。すなわち、細かなパターンの凸部が複数集まって、巨視的に見ると一つの周期的又は任意のパターンからなる凸部を形成するようになっている。細かなパターン同士の境界には凸部の面より低い面（凹部）が形成されている。よって、このようなパターンの凸部をプレスで押圧した場合、細かなパターンの凸部の一つ一つがプレスで押圧されるので、結晶軸反転領域が周期的又は任意のパターンからなる凸部の全体に広がらなかったり、逆に、凸部の隅部にのみ集中的な応力が発生することに起因して所望の双晶周期構造が得られなかったりすることを防ぐことができる。

細かなパターンの凸部の間にある凹部（凸部の面より低い面）には、



応力がかからないが、この凹部の幅を十分狭くすることにより、凸部で発生した結晶軸反転部分が結晶内部まで成長して結晶内部まで伝播するときに、この凹部に対応する結晶内部にも結晶軸反転部分が形成されてつながり、所望の形状を有する結晶軸反転部分を形成することができる。

- 5 前記目的を達成するための第2の発明は、表面を平面に研磨した水晶基板に、所定の温度で、周期的又は任意のパターンからなる凸部を有するように表面段差加工を施した面を押し付けて圧力を印加し、前記凸部に対応する水晶の部分の結晶軸を反転せしめる工程を有する擬似位相整合水晶の製造方法であって、前記周期的又は任意のパターンからなる凸部が、さらに細かなパターンの凸部の集合からなることを特徴とする擬似位相整合水晶の製造方法である。

- 10 本発明は、水晶基板の表面を研磨した表面とし、水晶基板を押圧する面に凸部を設けることにより、凸部が接する水晶基板の部分に結晶軸反転部分を形成する方法に関するものである。本発明においては、水晶基板を押圧する面に設けられた凸部が、さらに細かなパターンの凸部の集合から形成されるようにすることにより、前記第1の発明と同じ原理により、結晶軸反転領域が周期的又は任意のパターンからなる凸部の全体に広がらなかったり、逆に、凸部の隅部にのみ集中的な応力が発生することにより、所望の双晶周期構造が得られなかったりすることを防ぐことができる。

前記目的を達成するための第3の発明は、前記第1の発明又は第2の発明であって、前記さらに細かなパターンの凸部の形状が、正方形または長方形であることを特徴とするものである。

- 25 一般に、周期的又は任意のパターンからなる凸部は、平面的に見ると長方形であることが多いので、前記さらに細かなパターンの凸部の形状を、正方形または長方形とすることにより、周期的又は任意のパターン

からなる凸部を、さらに細かなパターンの集合として形成することが容易となる。また、さらに細かなパターンを正方形または長方形とすれば、加工がし易いという特徴を出すことができる。

前記目的を達成するための第4の発明は、前記第1の発明又は第2の  
5 発明であって、前記さらに細かなパターンの凸部の形状が、六角形であることを特徴とするものである。

前述のように、水晶基板を押圧した場合、水晶のc軸周りの3回対称性を反映して、結晶軸反転領域は、六角形のパターンで生成することが多い。よって、さらに細かなパターンの凸部の形状を六角形としておく  
10 ことにより、結晶軸反転領域の生成に合わせたパターンの部分に応力を加えることができ、効率的に結晶軸反転領域を形成することができる。

前記目的を達成するための第5の発明は、前記第1の発明から第4の発明のいずれかであって、前記周期パターンの端が水晶の双晶境界にならうような形とされていることを特徴とするものである。

15 本発明においては、周期パターンの端が水晶の双晶境界にならうような形とされているので、結晶軸反転領域の生成に合わせたパターンの部分に応力を加えることができ、結晶軸反転領域が押圧パターンの外側に広がることを抑制することができる。また、このようにすると、パターンの形状は六角形に近いものとなるが、パターンの形状が長方形である  
20 ものに比べて、隅部を多数形成することができるので、応力の集中を緩和することができる。

前記目的を達成するための第6の発明は、片側の表面に、周期的又は任意のパターンからなる凸部を有するような表面段差加工が施され、前記周期的又は任意のパターンからなる凸部が、さらに細かなパターンの  
25 凸部の集合からなることを特徴とする擬似位相整合水晶である。

本発明においては、前記第1の発明の方法を用いて結晶軸反転領域を

形成することができるので、結晶軸反転領域が周期的又は任意のパターンからなる凸部の全体に広がらなかったり、逆に、凸部の隅部にのみ集中的な応力が発生することに起因して所望の双晶周期構造が得られなかったりすることを防ぐことができる。

5

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の実施の形態の第 1 の例である擬似位相整合水晶の基板を、基板法線方向から見た図である。

図 2 は、本発明の実施の形態の第 2 の例である擬似位相整合水晶の基板を、基板法線方向から見た図である。

図 3 は、本発明の実施の形態の第 3 の例である擬似位相整合水晶の基板を、基板法線方向から見た図である。

図 4 は、従来のホットプレス法に用いられる片面の表面上に段差構造が形成された水晶基板の例を示す図である。

図 5 は、図 4 に示す水晶基板を基板法線方向から見た図であり、形成された結晶軸反転領域の形状を示す図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態の例を、図を用いて説明する。図 1 は、本発明の実施の形態の第 1 の例である擬似位相整合水晶の基板を、基板法線方向から見た図であり、従来例の図 5 に対応するものである。この擬似位相整合水晶の基板の全体構成は、図 4 に示した従来のものと変わるところはない。

図 1 において、水晶基板 1 の片側の表面には、長方形の凸部 2 が形成されているが、この凸部 2 は、さらに細かな長方形の凸部 4 の集合体として形成されている点が、図 5 に示した従来のものと異なっている。す

なわち、微視的に見た場合には、凸部 4 相互の間には、凸部 4 の表面より低い凹部 5 が形成されているが、この凹部 5 の幅は狭く、巨視的に見た場合には、凸部 4 が多数集まって一つの凸部 2 を形成している。

凸部 2 は、水晶の結晶軸を反転させたい部分に亘って形成されている。

- 5 このような水晶基板 1 を、上下方向からヒーターブロックで挟み込み、水晶基板の温度を昇温して所望の温度に到達した時点で、プレスにより押圧する。すると、凸部 4 に相当する部分のみに応力が作用し、この部分でのみ結晶軸成分が反転する。この結晶軸反転部分が結晶内部まで成長して結晶内部まで伝播し、深さ方向に大きく入った周期的な双晶の格子
- 10 子を作製することができる。

- 結晶軸反転部分が結晶内部（水晶基板 1 の凸部 2 の下方の部分）に伝搬する際に、凹部 5 の部分にも伝搬が行われ、結晶内部では、各凸部 4 間の凹部 5 が埋まってつながった形で結晶軸反転部分が形成される。最終的に所望の領域全部に反転部分が形成され、それが c 軸方向に沿って
- 15 水晶基板 1 の反対面に向かって成長する。すなわち、図 1 に破線で示したような略長方形の部分 6 が結晶軸反転領域となる。逆に言えば、凹部 5 の幅は、プレスを行った際に、結晶軸反転部分の伝搬により、結晶内部で結晶軸反転領域が繋がるような幅とする必要がある。実際には少なくとも数  $\mu\text{m}$  以下であることが好ましい。

- 20 また、プレスの際の温度、印加荷重の時間パターンをコントロールすることにより、凸部 4 よりはみ出る結晶軸反転部分の幅を変えることもできる。このようにして、凹部 5 の幅を変えたり、プレスの際の温度、印加荷重の時間パターンをコントロールすることにより、凹部 5 の部分が埋って結晶軸反転部分がつながるようにする。さらに、凸部 4 の縦横
- 25 比を変えることにより、結晶軸反転部分がつながりやすいようにしてもよい。

本発明においては、プレスにより圧力を受ける部分が、細かな凸部 4 に分割されているので、各凸部 4 が均等にプレスからの圧力を受ける。よって、結晶軸反転領域が周期的又は任意のパターンからなる凸部の全体に広がらなかつたり、逆に、凸部の隅部にのみ集中的な応力が発生することにより、所望の双晶周期構造が得られなかつたりすることを防ぐことができる。

なお、この例においては、細かな凸部 4 を長方形で構成している。このように、細かな凸部 4 を長方形又は正方形で構成することにより、全体として長方形の凸部 2 を容易に構成することができる。

10 図 2 は、本発明の実施の形態の第 2 の例である擬似位相整合水晶の基板を、基板法線方向から見た図であり、図 1 に対応するものである。この例においては、結晶軸反転部分を形成させたい部分に相当する凸部 2 が、六角形の微小な凸部 4 から形成され、微小な凸部 4 の間に狭い凹部 5 が形成されている。すなわち、この例は、第 1 の例における凸部 4 が  
15 長方形で構成されていたのに対し、六角形で構成されている他は、第 1 の例と変わるところがない。

このように形成された水晶基板 1 に対してホットプレス法を適用すると、結晶内部では、図 2 に破線で示した部分 6 が結晶軸反転領域となる。このように、図 2 に示した例は、基本的には図 1 に示した例と同じ作用  
20 効果を有するが、微細な凸部 4 が六角形をしているので、水晶の c 軸周りの 3 回対称性にマッチングする形で水晶基板 1 をプレスすることができる。

図 3 は、本発明の実施の形態の第 3 の例である擬似位相整合水晶の基板を、基板法線方向から見た図であり、図 1 に対応するものである。この実施の形態においては、凸部 2 は細かなパターンに分割されていない  
25 が、凸部 2 の四隅を六角形状にすることにより、凸部 2 の端が水晶の双

晶境界にならうような形とされている。これにより、水晶の c 軸周りの 3 回対称性にマッチングする形で水晶基板 1 をプレスすることができる。よって、結晶軸反転領域が凸部 2 からはみだした形で形成されにくくなる。また、凸部 2 を長方形にした場合に比して、角の部分が多くなる結果、応力集中が緩和される。図 3 における凸部 2 を、図 1、図 2 における場合と同じように、微細な凸部の集合として形成してもよい。

なお、上記いずれの実施の形態においても、水晶基板 1 の片側表面に段差構造である凸部を設けるようにしている。このようにせず、水晶基板 1 の表面を研磨面とし、プレスでの押圧面に図 1 ～図 3 に示すような段差構造を設けてプレスを行っても、同様の効果が得られることは説明の必要が無いであろう。

## 請 求 の 範 囲

1. 周期的又は任意のパターンからなる凸部を有するように表面段差加工を施した水晶に、所定の温度で平面基板を押し付けて圧力を印加することにより、前記凸部に対応する部分の結晶軸を反転せしめる工程を有する擬似位相整合水晶の製造方法であって、前記周期的又は任意のパターンからなる凸部が、さらに細かなパターンの凸部の集合からなることを特徴とする擬似位相整合水晶の製造方法。
2. 表面を平面に研磨した水晶基板に、所定の温度で、周期的又は任意のパターンからなる凸部を有するように表面段差加工を施した面を押し付けて圧力を印加し、前記凸部に対応する水晶の部分の結晶軸を反転せしめる工程を有する擬似位相整合水晶の製造方法であって、前記周期的又は任意のパターンからなる凸部が、さらに細かなパターンの凸部の集合からなることを特徴とする擬似位相整合水晶の製造方法。
3. 請求の範囲第1項又は第2項に記載の擬似位相整合水晶の製造方法であって、前記さらに細かなパターンの凸部の形状が、正方形または長方形であることを特徴とする擬似位相整合水晶の製造方法。
4. 請求の範囲第1項又は第2項に記載の擬似位相整合水晶の製造方法であって、前記さらに細かなパターンの凸部の形状が、六角形であることを特徴とする擬似位相整合水晶の製造方法。
5. 請求の範囲第1項から第4項のうちいずれか1項に記載の擬似位相整合水晶の製造方法であって、前記周期パターンの端が水晶の双晶境界にならうような形とされていることを特徴とする擬似位相整合水晶の製造方法。
6. 片側の表面に、周期的又は任意のパターンからなる凸部を有するような表面段差加工が施され、前記周期的又は任意のパターンからなる

凸部が、さらに細かなパターンの凸部の集合からなることを特徴とする  
擬似位相整合水晶。



図 1

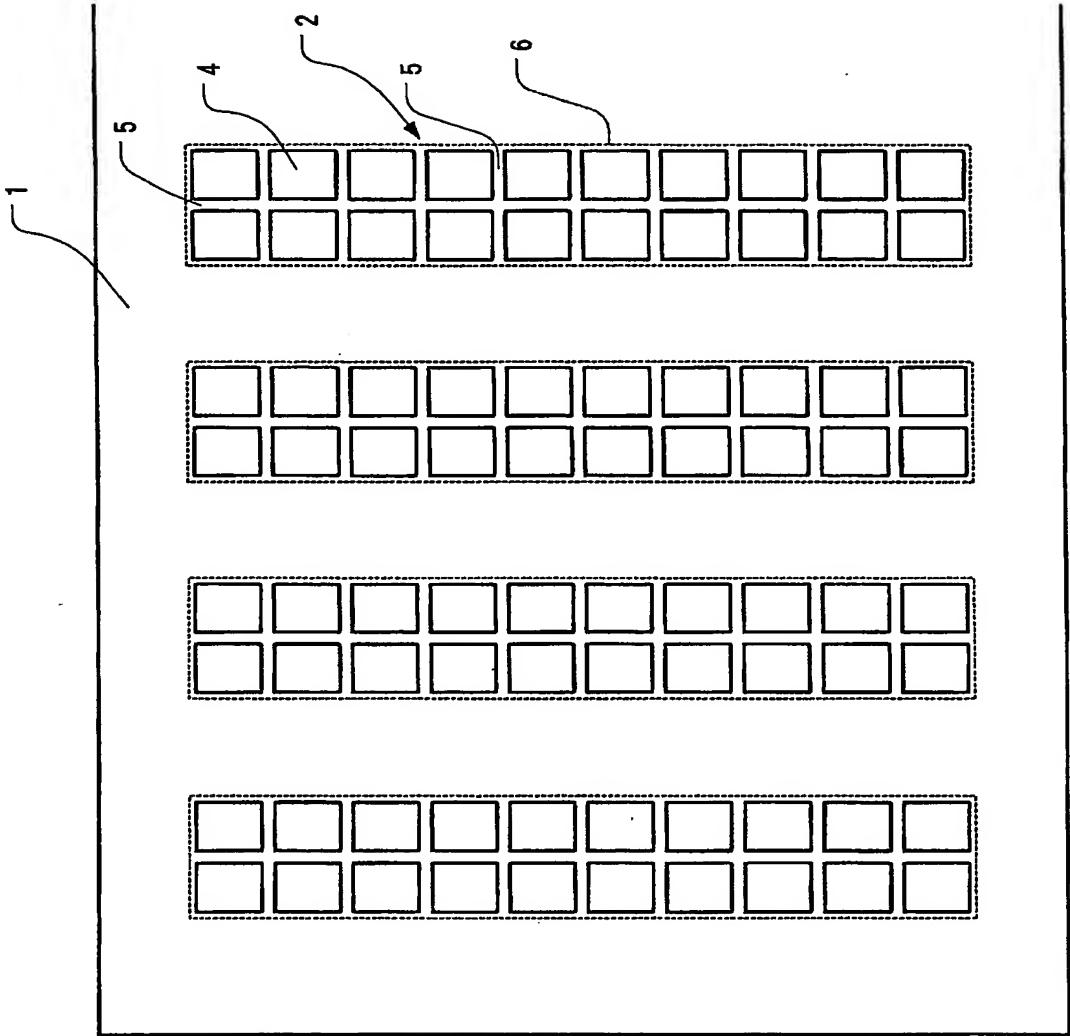
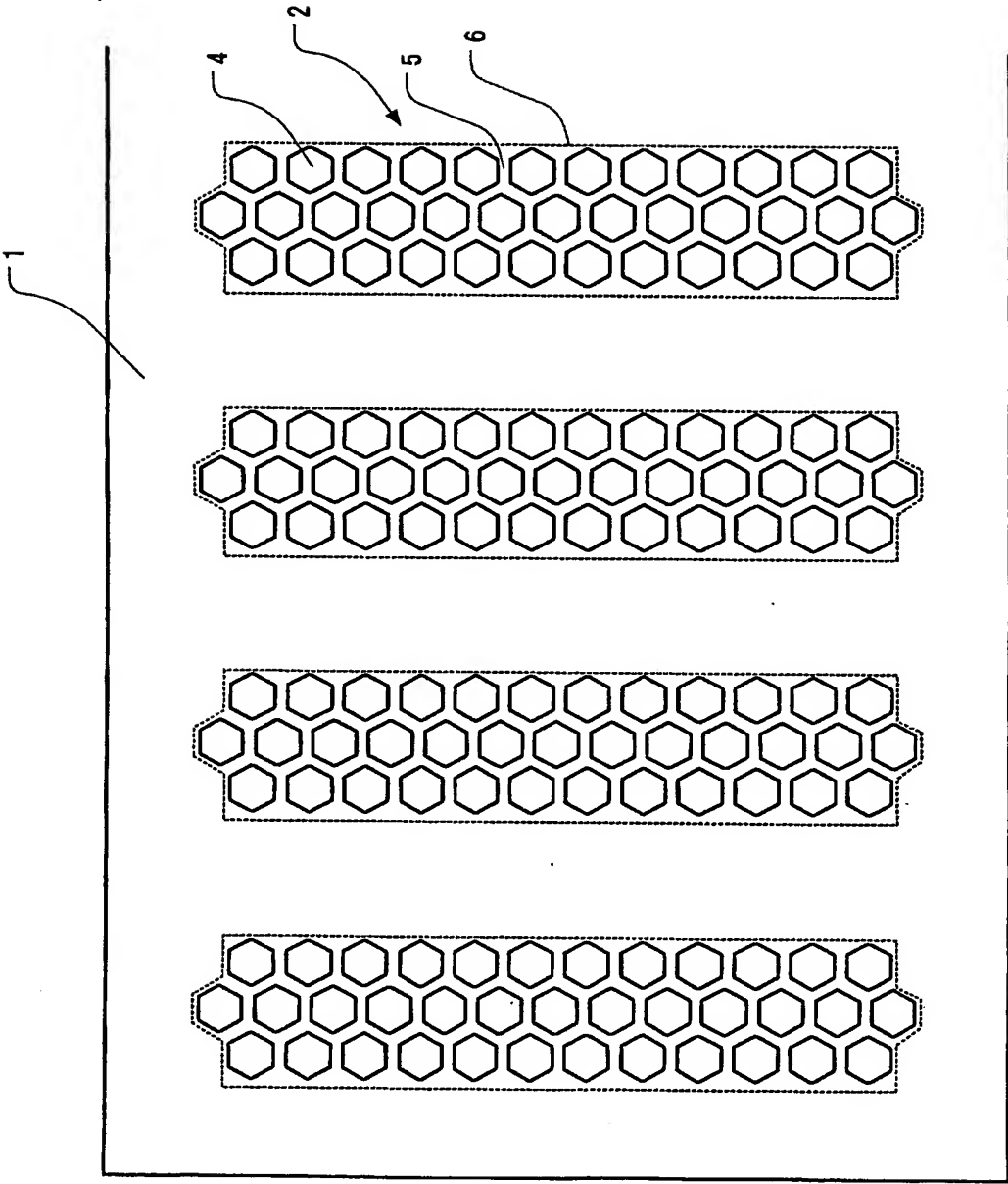
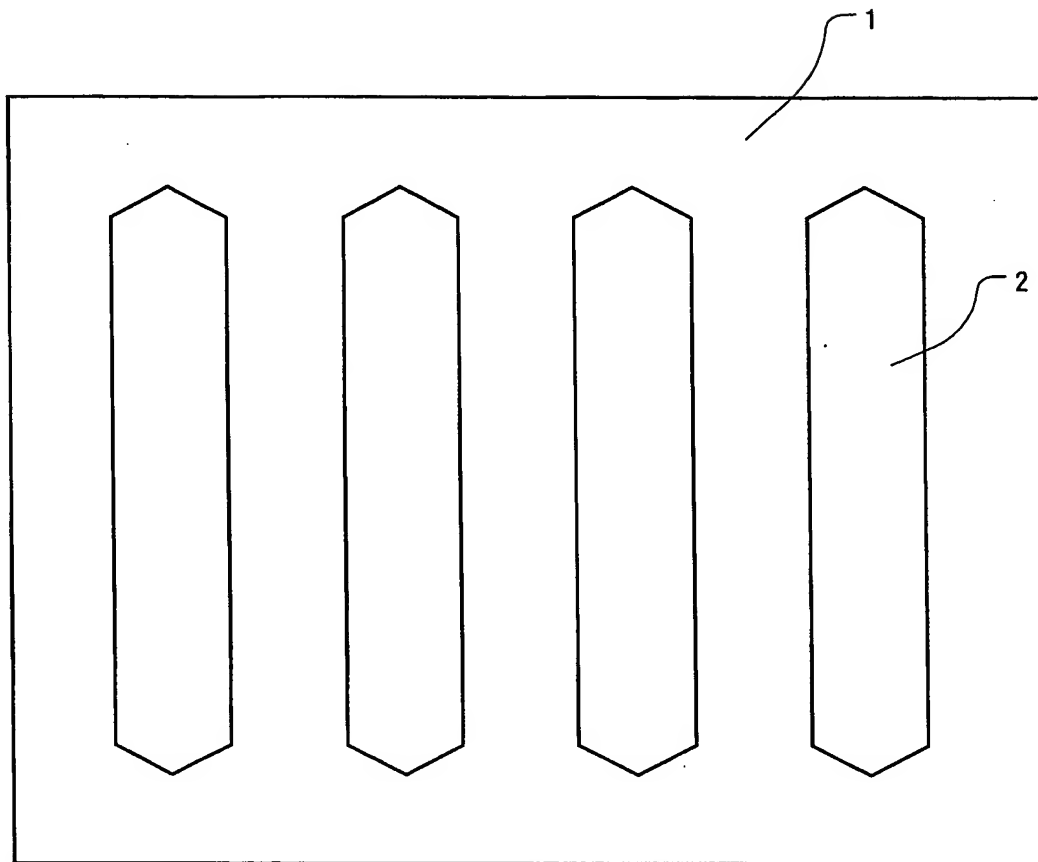


図 2



3/4

図 3



4/4

図 4

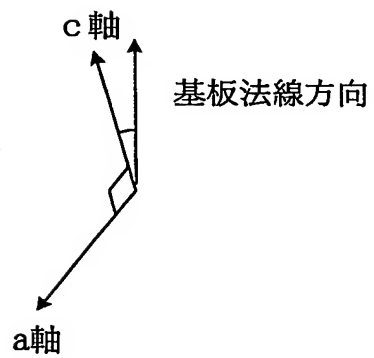
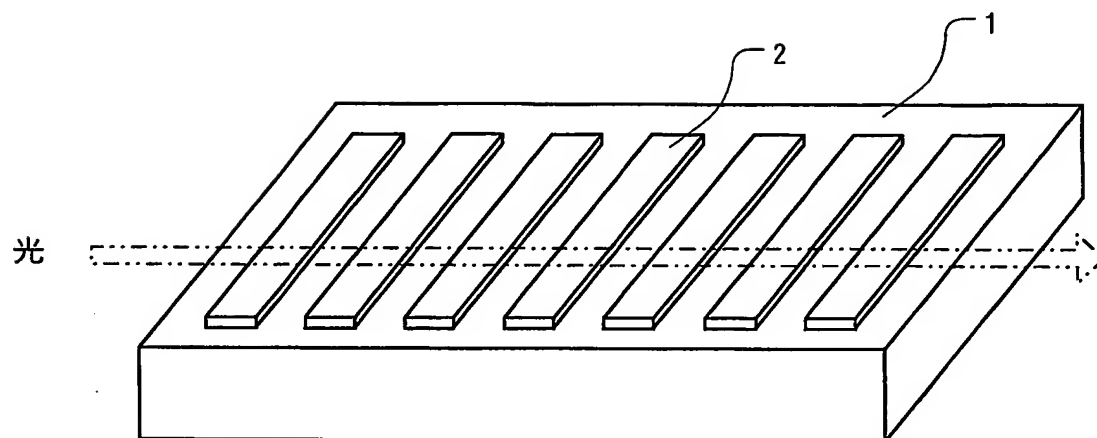
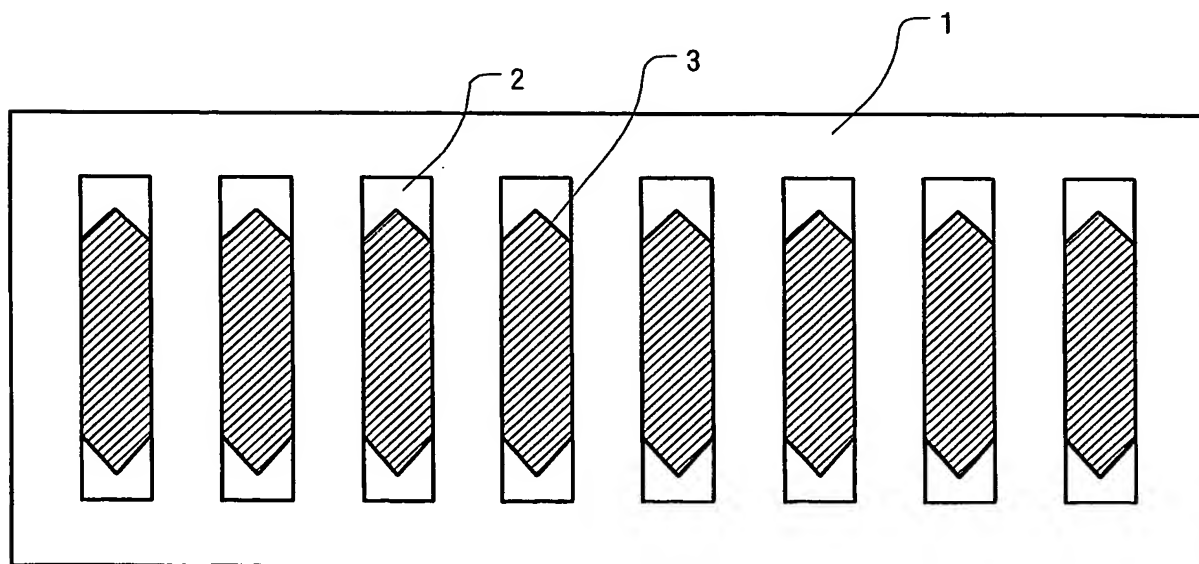


図 5



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/11880

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G02F1/37

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G02F1/37

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JICST, INSPEC, USPTO, Web Patent Database

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-212128 A (Mitsubishi Materials Corp.), 06 August, 1999 (06.08.99), (Family: none)	1-6
A	JP 2002-122898 A (Nikon Corp.), 26 April, 2002 (26.04.02), (Family: none)	1-6
A	Tadashi KURIMURA et al., "Shigai Hacho Henkan o Mezashita Giji Iso Seigo Suisho", Oyo butsuri, Vol.69, No.5, 2000, pages 548 to 552	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
14 November, 2003 (14.11.03)

Date of mailing of the international search report  
02 December, 2003 (02.12.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G02F1/37

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G02F1/37

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JICST  
 INSPEC  
 USPTO Web Patent Database

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 11-212128 A(三菱マテリアル株式会社)1999.08.06 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2002-122898 A(株式会社ニコン)2002.04.26(ファミリーなし)	1-6
A	栗村 直他, 紫外波長変換をめざした擬似位相整合水晶, 応用物理, Vol. 69, No. 5, 2000, p. 548-552	1-6

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14.11.03

国際調査報告の発送日

02.12.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号 100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

佐藤 宙子

2X

9316

電話番号 03-3581-1101 内線 3293